



Second Semester Examination  
Academic Session 2017/2018

May/June 2018

**EME 442 – Biomechanics**  
***[Biomekanik]***

Duration : 2 hours  
*[Masa : 2 jam]*

Please check that this paper contains **NINE [9]** printed pages before you begin the examination.

*[sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEMBILAN [9]** mukasurat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.]*

**INSTRUCTIONS** : Answer **ALL FOUR [4]** questions.  
***[ARAHAN : Jawab SEMUA EMPAT [4] soalan.]***

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

*[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]*

1. [a] In your answer booklet, using axes similar to those below, sketch a stress-strain curve for cortical bone along the longitudinal and transverse axes of a long bone (in the direction of specimen L and T in the (Figure 1[a])). Explain your answer.

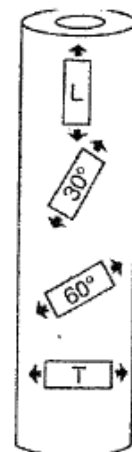
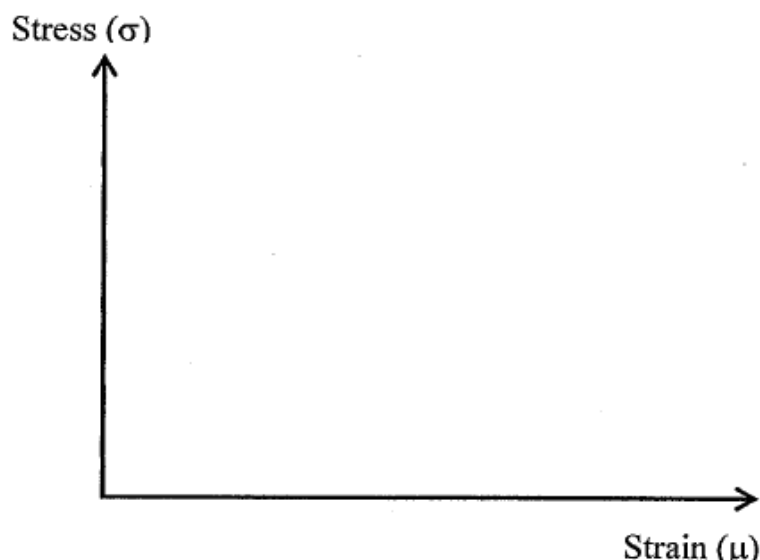
*Di dalam buku jawapan anda, dengan menggunakan paksi seperti yang ditunjukkan, lakarkan lengkok tegasan-terikan bagi tulang korteks di sepanjang paksi longitud dan melintang (orientasi spesimen L dan T seperti dalam Rajah 1[a]). Jelaskan jawapan anda.*

**Clearly indicate the**

*Dengan jelas, tunjukkan*

- (i) **elastic region,**  
*kawasan elastik,*
- (ii) **yield point,**  
*titik alah,*
- (iii) **plastic region, and**  
*kawasan plastik, dan*
- (iv) **ultimate strength.**  
*kekuatan muktamad.*

**(40 marks/markah)**



**Figure 1[a]**  
*Rajah 1[a]*

- [b] A truck driver is attempting to pull a gear lever toward himself with his right arm and hand (Figure 1[b]), at the instant shown the driver is applying a force of 220 N horizontally to the left (toward himself) and 60 N vertically upwards. The hand also applies a small clockwise moment of 5 Nm to the handle at point H on the diagram. All motion occurs within the plane of the page.

Seorang pemandu trak sedang menarik batang gear ke arahnya dengan menggunakan tangan kanannya (Rajah 1[b]), pada ketika itu, pemandu tersebut telah mengenakan daya sebanyak 220 N melintang ke arah kiri (ke arahnya) dan sebanyak 60 N menegak ke arah atas. Tangannya juga mengenakan momen sebanyak 5 Nm dalam arah jam pada pemegang tersebut di titik H seperti dalam rajah. Kesemua pergerakan berlaku dalam satah muka surat ini.

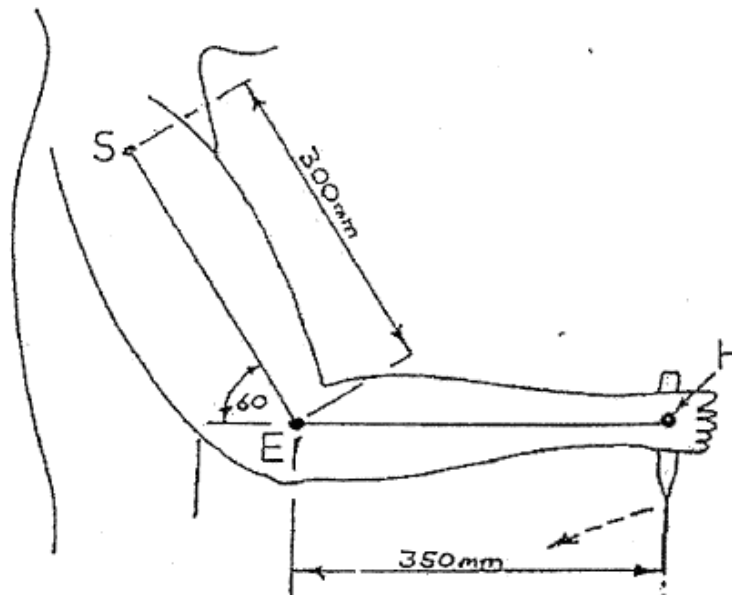


Figure 1[b]  
Rajah 1[b]

For the limb position and dimensions shown in (Figure 1[b]), do the following:

Bagi kedudukan lengan dan ukuran yang diberikan seperti dalam (Rajah 1[b]), lakukan yang berikut:

- (i) Draw a free body diagram of the forearm and upper arm showing relevant forces and moments.  
Lakarkan rajah badan bebas bagi lengan bawah dan lengan atas dengan daya dan momen yang berkaitan.

(20 marks/markah)

- (ii) Calculate the moment at the elbow and shoulder joints.  
*Kirakan momen yang berlaku pada sendi siku dan sendi bahu.*

(20 marks/markah)

- (iii) At each of the joints, which muscles are likely to be active?  
*Pada setiap sendi tersebut, otot yang manakah berkemungkinan aktif?*

(20 marks/markah)

2. [a] A typical gait cycle contains two phases – a stance phase and a swing phase. The duration of the stance phase is about 60% of the walking cycle, which is longer than the swing phase. In each gait cycle, the range of motion of hip, knee and ankle joints in the sagittal plane is given as in Figure 2[a].

*Tipikal gaya jalan mengandungi dua fasa – fasa stans/tapak dan fasa ayunan. Jangka masa bagi fasa tapak adalah dalam 60% daripada keseluruhan kitar bejalan, melebihi daripada fasa ayunan. Bagi setiap kitar gaya jalan, julat gerakan bagi sendi paha, lutut dan buku lali dalam satah sagital diberikan seperti dalam Rajah 2[a].*

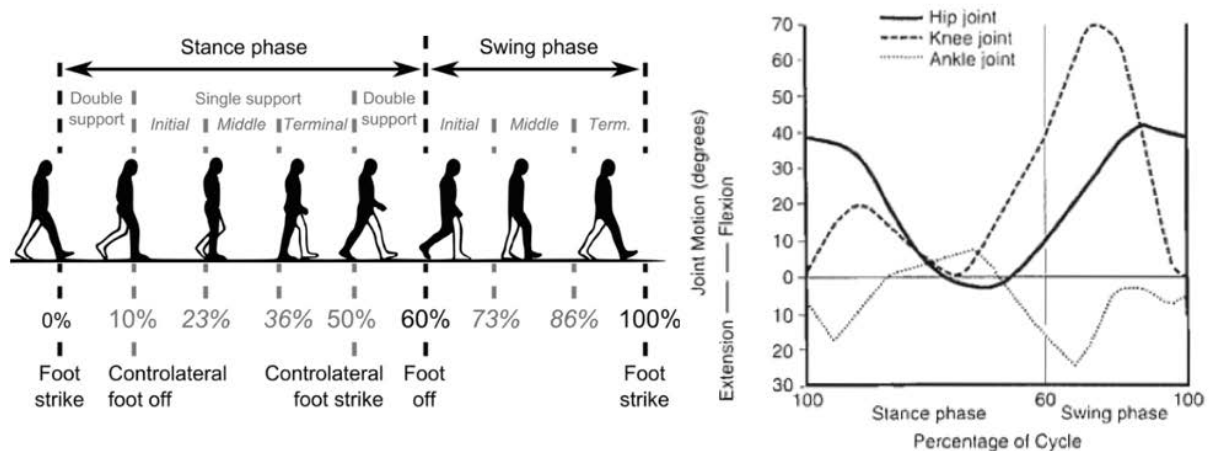


Figure 2[a]  
 Rajah 2[a]

Describe sequentially the movements of the joints of the lower limb that occur during walking.

*Terangkan secara berurutan pergerakan setiap sendi daripada anggota bawah yang berlaku ketika berjalan.*

(50 marks/markah)

- [b] A rugby player in Figure 2[b] is being forcefully tackled from his left side by another player. He feels immediate pain and is unable to bear weight.

*Pemain rugby seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2[b] sedang dibentes daripada arah kirinya oleh pemain lawan. Sejurus kemudian, beliau berasa sakit dan tidak mampu untuk berdiri.*



**Figure 2[b]**  
*Rajah 2[b]*

- (i) What motion is being forcefully applied to the left knee?  
*Apakah gerakan yang dipaksa ke atas lutut kirinya?*  
(10 marks/markah)
- (ii) Explain which structures of the knee are most likely to be injured.  
*Jelaskan struktur pada lutut yang berkemungkinan cedera.*  
(20 marks/markah)
- (iii) What surgical procedure is the most common treatment for this musculoskeletal injury?  
*Apakah kaedah pembedahan yang kebiasaanya dilakukan untuk merawat kecederaan muskuloskeletal ini?*  
(20 marks/markah)

3. [a] **Passive exoskeletons can be used to assist limb movement in people with neuro-muscular disabilities. Figure 3[a] shows a Wilmington Robotic Exoskeleton (WREX) attached to a subject's wheelchair.**

*Kerangka luar boleh digunakan untuk membantu gerakan anggota badan bagi pesakit yang mengalami kecacatan neuro-otot. Rajah 3[a] menunjukkan Wilmington Robotic Exoskeleton (WREX) yang dipasang kepada kerusi roda pesakit.*

- (i) **Explain the use of WREX.**

*Jelaskan kegunaan WREX.*

- (ii) **Describe the components of WREX and the function of each component.**

*Terangkan komponen-komponen WREX dan fungsi setiap komponen.*

- (iii) **A parallelogram structure is used in this device. With the help of a simple sketch, explain why this is necessary, particularly in term of gravity compensation.**

*Struktur parallelogram digunakan di dalam peranti ini. Dengan menggunakan lakaran yang ringkas, kenapa struktur ini diperlukan terutamanya di dalam pampasan kesan graviti.*

**(40 marks/markah)**



**Figure 3[a]: Wilmington Robotic Exoskeleton (WREX)**

*Rajah 3[a]: Wilmington Robotic Exoskeleton (WREX)*

- [b] In the design of orthoses, there are several actions that are necessary for the designer to follow in order to prepare the design for the approval by the Medical Devices Authority in compliance with the Medical Device Act 2012 (Act 737).**

*Di dalam rekabentuk ortosis, terdapat beberapa tindakan yang perlu di ambil oleh seorang perekabentuk dan peraturan yang perlu dipatuhi untuk menyediakan rekabentuk yang akan diluluskan oleh Lembaga Peranti Perubatan berdasarkan Akta Peranti Perubatan 2012 (Akta 737).*

- (i) Draw the flowchart of the medical device design process.**

*Lakarkan carta alir bagi proses rekabentuk peranti perubatan.*

**(10 marks/markah)**

- (ii) Describe the SEVEN principle processes involved from the feasibility to the design changes and the activities involved in these processes. Limit your answer to maximum of two pages only.**

*Huraikan TUJUH proses utama yang terlibat daripada kajian awal sehinggalah perubahan rekabentuk dan aktiviti-aktiviti yang terlibat di dalam proses tersebut. Hadkan jawaban anda kepada dua mukasurat sahaja.*

**(40 marks/markah)**

- (iii) Explain in detail the meaning of the "post market surveillance" and "risk review" in the design changes process.**

*Huraikan dengan terperinci makna "pengawasan selepas pasaran" dan "kajian risiko" di dalam proses perubahan rekabentuk*

**(10 marks/markah)**

4. [a] **Hip orthopaedic implants have undergone significant changes since their introduction in both materials and design. These changes have led to the development of more successful biomaterials in orthopaedic applications.**

*Implan ortopedik paha telah melalui pelbagai perubahan dari segi bahan buatan dan rekabentuknya sejak diperkenalkan. Perubahan ini telah membawa kepada kemajuan perkembangan biobahan dalam aplikasi ortopedik.*

- (i) **Discuss recent advancements in orthopaedic materials engineering, especially in aspect of biocompatibility and biodegradable implants. Why these changes have been so critical to the success of orthopaedic implants?**

*Bincangkan kemajuan terkini dalam bahan ortopedik, terutamanya dalam aspek implan biokeserasian dan biodegradabel. Kenapa perubahan ini kritikal kepada kejayaan implan ortopedik?*

**(20 marks/markah)**

- (ii) **Give biological perspectives as to why the current materials are more successful than their predecessors.**

*Daripada perspektif biologi, kenapakah bahan terkini lebih berjaya berbanding sebelumnya.*

**(20 marks/markah)**

- [b] **Consider the x-ray image in Figure 4[b]. This is a frontal view of the right hip and the thigh of a 67-year-old female complaining of pain and loss of weight-bearing in the right hip due to injury. The white arrows in the x-ray image indicate the location of injury.**

*Perhatikan imej x-ray seperti dalam Rajah 4[b]. Gambaran ini menunjukkan pandangan frontal bagi paha dan pinggul kanan seorang wanita yang berumur 67 tahun yang telah mengadu sakit dan hilang sokongan berat pada paha kanannya kerana kecederaan. Anak panah berwarna putih di dalam imej x-ray menunjukkan lokasi kecederaan.*





**Figure 4[b]**  
*Rajah 4[b]*

- (i) What injury has this person sustained (indicated by white arrow)?

*Kecederaan apakah yang ditanggung oleh orang ini (seperti yang ditunjukkan oleh anak panah yang berwarna putih)?*

**(10 marks/markah)**

- (ii) Describe a biomechanical mechanism by which this injury occurred.

*Huraikan mekanisme biomekanikal yang menyebabkan kecederaan ini berlaku.*

**(20 marks/markah)**

- (iii) What surgical procedure should be used to correct this injury? How long do you expect the healing process to take before return to full function?

*Apakah kaedah pembedahan yang perlu dilakukan untuk memperbaiki kecederaan ini. Berapa lamakah proses penyembuhan yang anda jangkakan berlaku sebelum fungsi sepenuhnya dapat dikembalikan.*

**(20 marks/markah)**

- (iv) Give TWO possible complications during the healing process.

*Berikan DUA komplikasi yang mungkin berlaku ketika proses penyembuhan.*

**(10 marks/markah)**